

文章编号：1005-8451 (2017) 10-0036-04

Unity3D在城市轨道交通线路电子沙盘中的应用

王佳杰，郎诚廉

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 201804)

摘要：将Unity3D技术应用于城市轨道交通培训领域，主要对城市轨道交通线路电子沙盘的建模和控制进行研究。利用Multigen Creator与3ds MAX建立了城市轨道交通线路场景模型，以Unity3D为三维驱动引擎，Visual Studio C# 2015为脚本编译器，实现了城市轨道交通线路沙盘的漫游，道岔的定位和反位的控制、信号机的变化、列车的运行控制以及人机交互的功能。

关键词：Unity3D；城市轨道交通；电子沙盘；三维建模；人机交互

中图分类号：U231.2 : TP39 文献标识码：A

Unity3D applied to electronic sand table of urban rail transit

WANG Jiajie, LANG Chenglian

(School of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Unity3D was applied to the training field of urban rail transit in this article. The article studied mainly on modeling and control of electronic sand table of urban rail transit. The urban rail transit line scene model was set by using Multigen Creator and 3ds MAX. Unity3D was taken as 3D engine, and Visual Studio C# 2015 as script compiler. It was implemented the function of roam, control of switch positioning and reverse, the change of signal, train operation control, and human-computer interaction for the electronic sand table of urban rail transit.

Keywords: Unity3D; urban rail transit; electronic sand table; 3D modeling; human-computer interaction

传统的轨道交通线路沙盘的制作耗费较大的人力、物力，且移植性较差，对于较精细的仿真无法很好地表现，而电子沙盘可以在最大程度上节省制作成本，并且可以根据用户的需求较为便捷地进行功能的完善与提升。轨道交通电子沙盘可以模拟轨道交通运营的场景，利用三维场景技术，复现列车运行的状况，构造友好的人机交互界面。

本文主要将Unity3D技术引入轨道交通运营仿真，以Visual Studio C# 2015作为脚本编译器，构造一个集场景漫游、线路及列车控制功能的电子沙盘虚拟场景。

1 轨道交通线路电子沙盘建模

本文综合利用了Multigen Creator以及3ds MAX建立电子沙盘所需的列车、信号设备以及场景模型。Multigen Creator被广泛运用于三维可视化仿真中，它是一款具有高实时性、高逼真度、高优化性的交互式实时三维建模工具。对于本文中的大面积场景，

收稿日期：2017-04-13

作者简介：王佳杰，在读硕士研究生；郎诚廉，高级工程师。

它能够保证良好的实时渲染与运行速度。FBX格式的模型文件为Unity3D的标准格式，可由3ds MAX导出。

1.1 城市轨道交通模型设计与建立

模型的尺寸数据根据实际的轨道交通运营环境进行采集，纹理、材质、贴图等处理利用Photoshop等软件完成。

对于模型的建立，以道岔模型为例：(1) 在Multigen Creator中完成模型的建立，如图1a；(2) 在3ds MAX中进行模型的调整，如图1b。对于涉及到模型动画效果的节点，应该尤其注意节点中心点的位置。比如对于道岔的建模需要注意模型中心点的位置，要把中心点设定在道岔尖轨的中心，从而能够在三维驱动引擎中精确地控制道岔的旋转方向与角度；(3) 利用3ds MAX导出FBX格式的模型文件。

1.2 电子沙盘场景搭建

将Multigen Creator以及3ds MAX建立的模型统一成FBX格式，加载进Unity3D引擎中。FBX格式的模型可以作为多个软件的中间格式，方便地实现格式之间的互相转换，并且模型的材质、动画、骨

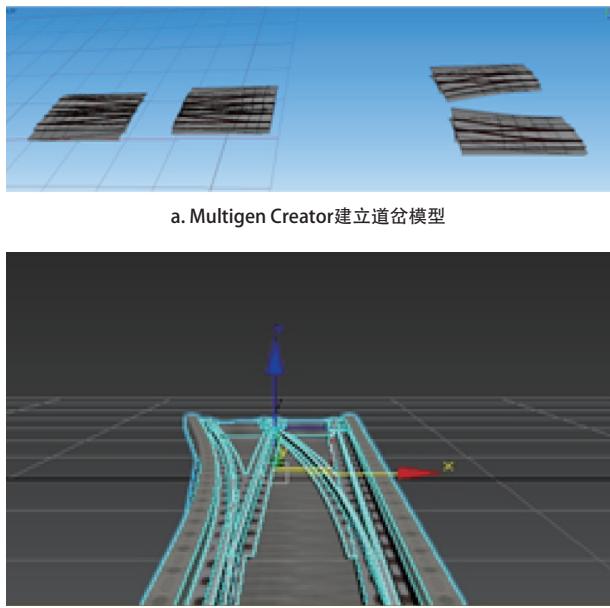


图1 道岔模型设计与建立

骼信息都可以完整地记录在 FBX 格式中。

将模型导入 Unity3D，将会生成对应的模型组件以及贴图文件夹。在层级视图中建立对应的目录项，对模型进行分类管理，按照“线路”、“房屋”、“道路”、“车站”、“树木”等不同的子目录进行划分，其中，线路子目录下还包括“车辆段”、“停车场”、“联络线”等，通过层级划分，使得模型结构更加清晰明了，也为后续对模型的控制提供便利。

2 Unity3D虚拟场景驱动

Unity3D 是当前十分热门的综合型应用开发引擎，它具有友好的开发界面，丰富的编辑器，以及多平台发布的特性。Unity3D 对图形渲染具有优化程度很高的管道，基本支持所有主要文件格式的引入。其内建的 NVIDIA PhysX 物理引擎，可以轻松、真实生动地实现刚体碰撞、布料、重力、车辆驾驶等物理特效。它支持 C#、JavaScript 和 Boo3 种脚本语言，其光影、粒子、寻路系统的强大功能也为应用的开发提高了效率。本文利用 Unity3D 引擎主要实现了电子沙盘的漫游，道岔、信号机及列车的控制。

2.1 电子沙盘场景漫游

Unity3D 虚拟场景漫游可以通过角色控制器 (Character Controller) 资源包实现。将 Character Controller 资源包中的 FPSController 预设体导入

Hierarchy 层级视图中，即可在场景中建立一个第一人称的控制器。

第一人称控制器中包含了 Transform、刚体、角色控制器以及摄像机等组件。通过 Transform 组件来调整控制器的大小，使它的尺寸接近人与场景的大小比例。Character Controller 组件中，Slope Limit 可以设置坡度的极限，即控制角色爬坡的最大高度数，默认值为 45，这个值的设定可以防止角色攀爬到垂直的墙面上；Step Offset 用于设置台阶的偏移，该值的设定必须考虑到实际场景中的台阶高度，偏移值必须小于模型中的台阶值，以避免登不上台阶的状况；角色在场景中会在一定的速度下与其他物体发生碰撞，皮肤厚度 (Skin Width) 值决定了两个碰撞器可以互相渗透的深度，设定的值太大会造成模型颤抖，太小会造成模型卡死，皮肤厚度值的合理设置为角色半径的 10%。在本文中，设定为半径的 10%，即 0.05；Min Move Distance 为最小移动距离，即控制器最小的移动长度，一般设为 0；Center 中心值的设置，决定碰撞器相对于角色的位置；Radius 与 Height 分别是碰撞器的半径与高度值；Camera 部件位于控制器的顶部，相当于人的眼睛。

结合轨道交通场景元素，通过对第一人称控制器的合理调整与设置，从而实现虚拟场景的漫游。

2.2 道岔、信号机模型控制

对于道岔的控制，在 Unity3D 中，UnityEngine.Transform 类是对模型的变换，是场景中用于控制模型的位移，旋转，缩放等功能，其中，transform.Rotate() 方法用于对模型的旋转进行控制，利用 Visual Studio C# 2015 脚本编译器，通过设定转动角度来实现道岔定位与反位的控制。

文中采用了 9 号道岔，其转辙角为 $6^{\circ} 20' 25''$ ，在实际的操作中，通过一定的比例转换，使道岔旋转在虚拟场景中拥有更加接近真实的显示。在 Unity3D 的驱动脚本中，通过场景遍历，查找旋转节点，判定道岔为定位还是反位状态，从而判定是开通定位直行还是反位侧行，最后完成道岔的转辙角控制，流程图如图 2 所示。

对于信号机模型则根据列车的实时位置以及实际运行的要求，采用 GameObject.SetActive(true) 或

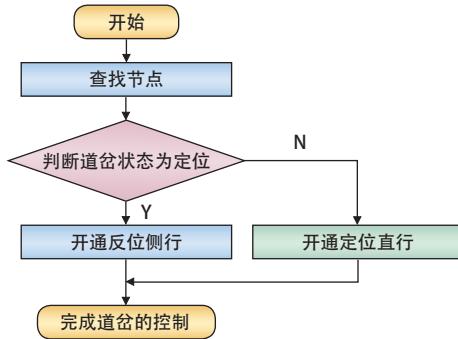


图2 道岔定位和反位的控制流程图

`GameObject.SetActive(false)`脚本来组合出信号机显示的不同状态。

2.3 列车运行模拟

文中，列车采用固定时刻表的运行方式，即规定了各车次列车的运行顺序，包括列车到达车站与出发的时刻，以及列车在车站停留的时间。列车只有严格按照时刻表运行，地铁运营的安全性与可靠性才能得到保证。

为了对列车的运行进行仿真，采用了Unity3D的插件iTween。iTween作为一个动画库能够实现各种动画、移动、旋转等三维特效。它的核心是数值插值，给定路径的起点与结束点，可以生成移动的路径，将此路径挂载到列车模型上，可以控制列车按照路径行驶。

iTween插件包括iTween Event以及iTween Path组件。iTween Event是路径移动的事件，本文中事件类型为Move To，即调用*iTween.MoveTo()*方法，使物体按照给定的条件发生位移。easetype决定了缓动函数，它用于指定动画在执行时的速度，增强真实感。列车在运行过程中，经历牵引、惰行与制动3个运行状态，在仿真中为了表现这种运行状态的变换，采用Ease In Out Quint的缓动函数，即先加速，后匀速，最后减速的过程。iTween Path是移动路径，可以指定列车行驶中的轨迹点，预先读取场景中的位置点信息，将坐标信息定到Node坐标中，生成Path脚本通过iTween Event来调用，实现列车运行模拟。

根据时刻表，给每列车一个iTween Event事件，在事件中确定每一个运行区间的时间间隔与时间延迟，即可完成列车根据时刻表运行的仿真模拟，流程图如图3所示。

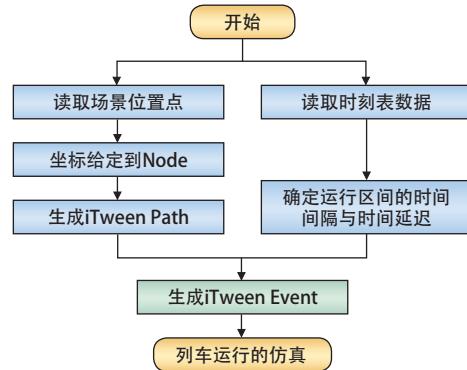


图3 iTween实现列车运行流程图

3 电子沙盘场景界面设计

3.1 UGUI事件系统

在Unity5中内置一套新的UI系统UGUI，它提供了较为完善的事件响应。在场景中添加任一UI组件，EventSystem对象被自动创建。这个对象负责监听用户的点击、拖拽、触摸等输入行为，将事件传递到物体上。Event System Manager是EventSystem对象的一个组件，负责管理所有事件，它是输入行为与选中的物体之间的桥梁，在每一帧的Update中，EventSystem会判定使用标准输入模块还是触摸输入模块，即Standalone Input Module还是Touch Input Module。Raycasters通过搜索场景来确定被选中的元素，即输入事件作用的目标物体。

如图4所示，EventSystem的触发流程是：(1)系统监听用户的输入行为；(2)通过Event System Manager判定使用何种输入模块；(3)通过场景中的Raycasters确定点选元素；(4)完成事件的传送。

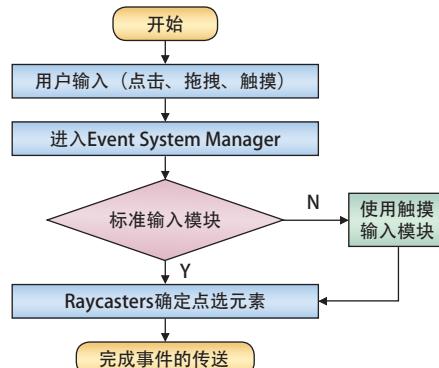


图4 UGUI事件响应系统流程图

3.2 交互界面设计

本文中设计的界面顶部包含8个下拉菜单栏：

部件选择、车站选择、沙盘选择、视图选择、道岔控制、信号机控制、时刻表、添删列车。其中，部件选择栏中利用了 Toggle（开关）组件，它继承自 Selectable 类，可以根据鼠标事件实现状态的转换，通过挂载 GameObject.SetActive 方法达到显示或隐藏部分场景组件的功能。车站选择栏列出了场景中的所有车站，通过 On Click () 方法挂载脚本，实现摄像机的位置、角度、尺寸的改变，迅速地将视角定位到目标位置。沙盘选择栏中提供了正线及折返、试验线、车库、典型线（联动）等选项。视图选择中提供了前视图、后视图、左侧视图、右侧视图、俯视图等选项，都采用了 OnClick () 方法，达到摄像机调整的目的。道岔控制可以定位到指定的道岔，设置道岔的定位或反位的状态。信号机控制同样可以定位到选择的信号机，并设置相应的显示状态，如图 5 所示。时刻表一栏可以设置列车的运行计划表。添删列车则可以控制运行前的列车数量，以及在运行过程中的列车的临时调度。



图5 信号机控制交互界面图

在主界面的右上角有 5 个按钮，前 2 个能控制右下角辅助摄像机的视角控制，分别为车站视角与司机视角。后 3 个是复位、菜单栏显示 / 隐藏、退出图标按钮，分别可以控制场景模型回到初始位置，显示或者隐藏上述的 8 个下拉菜单栏，以及退出程序。城市轨道交通线路电子沙盘系统的整体外观图如图 6 所示。

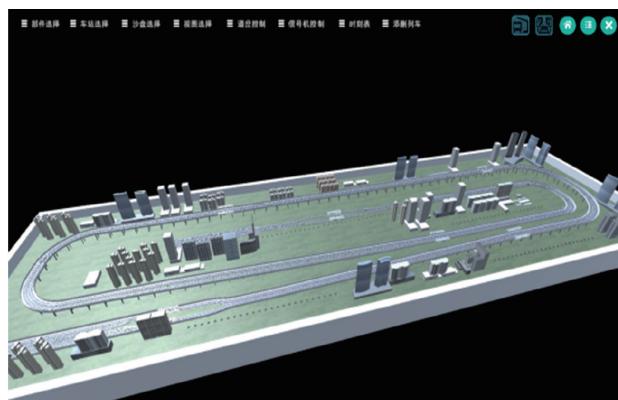


图6 城市轨道交通线路电子沙盘系统外观图

4 结束语

本文通过应用 Multigen Creator 和 3ds MAX 完成场景的建模，并利用 Unity3D 作为驱动，实现了城市轨道交通电子沙盘的场景搭建和场景漫游，道岔控制，信号机设备控制，以及列车运行的模拟；利用 UGUI 平台搭建了便捷的人机交互界面。具有较强的综合性和拓展性，在一定程度上避免了传统沙盘的资源浪费、利用效率低等弊端，能够很好地反映列车的运行状况，实现道岔、信号机、时刻表、列车调度等的模拟控制，对于列车运营人员的培训具有较好的实用价值。

参考文献：

- [1] 李瑞森, 王至, 吴慧剑. Unity 3D 游戏场景设计实例教程 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.
- [2] 朱济龙. 城市轨道交通行车组织 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2011.
- [3] 李文权, 陈茜, 李爱增. 城市常规公共交通智能化运营调度关键技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [4] 胡仁喜, 孟培. 3ds Max 2016 中文版从入门到精通 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- [5] 张世明. C# 程序设计基础 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [6] 胡明, 郎诚廉. 城轨线路道岔模型生成算法研究 [J]. 铁路计算机应用, 2012, 21 (10) : 47-50.

责任编辑 陈蓉